1906

Beitrag zur bakteriologischen Beurteilung des Schwimmbassinwassers.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshülfe

der

hohen medizinischen Fakultät der Georg-Augusts-Universität

zu Göttingen

vorgelegt von

Eduard Freise,

aus Göttingen.

Göttingen 1906.

Dieterichsche Univ.-Buchdruckerei von W Fr. Kaestner.

Der medizinischen Fakultät der Universität Göttingen vorgelegt am 26. Juli 1906.

Referent: Herr Prof. Dr. v. Esmarch.

Die Drucklegung ist seitens der Fakultät genehmigt.

Die hygienische Beurteilung der Badeeinrichtungen gewinnt mit dem starken Aufschwung des Badewesens, der in Deutschland besonders in den letzten Jahrzehnten zu beobachten ist, eine steigende Bedeutung. Und doch suchte erst im Jahre 1895 Edel der Beurteilung der Badeanstalten durch eine über die allgemeine Bewertung durch Lokalbesichtigung hinausgehende bakteriologische Untersuchung eine festere Grundlage zu geben. Seine Beobachtungen, aus denen er allerdings keine zwingenden hygienischen Forderungen ableitet, blieben merkwürdigerweise auch in Fachkreisen fast unbeachtet, bis das entschiedene Auftreten Baginskys, der durch persönliche Gründe veranlasst die Berliner Schwimmbassins einer eingehenden Kritik unterzog, weitere Untersuchungen anregt. Baginsky selbst erkennt bereits die Schwierigkeiten, die sich einer hygienisch-bakteriologischen Beurteilung des Bassinwassers bieten und es ist zu beobachten, dass in den folgenden Arbeiten immer mehr die rein bakteriologische Frage des Abfalls der Keimzahl am dritten Tage in den Vordergrund tritt und der enge Zusammenhang zwischen bakteriologischem Befund und hygienischem Urteil verloren geht. Koslik kann eine Beziehung zwischen Bakteriengehalt und Be-

nutzung nicht auffinden, Sorger konstatiert mit Edel das Gegenteil und Hilsum zieht überhaupt keinen praktisch hygienischen Schluss aus seinen Untersuchungen. Es erscheint weder das Verhältnis des Bakteriengehalts zu der Zahl der Badenden noch der Abfall der Keimzahl am dritten Benutzungstage als eine geschlossene Frage und es ist unklar, wie man sich inmitten der widersprechenden Meinungen eine Beurteilung der Schwimmbäder zu denken hat. Es soll deshalb an einer grösseren Reihe von Untersuchungen geprüft werden, ob und wie die Bestimmung des Keimgehaltes als brauchbares Kriterium für die Tauglichkeit des Bassinwassers anzusehen oder auszubauen ist.

Eine ausführliche Inhaltsangabe der ersten den Bakteriengehalt der Schwimmbäder behandelnden Arbeiten gibt Sorger. Die Untersuchungen von Glynn und Matthews und Hilsum sind inzwischen neu hinzugekommen. Ich werde aber auch die älteren Arbeiten kurz referieren müssen, da ich versuchen möchte die in den bisherigen Befunden bestehenden Widersprüche aufzuklären, um einer bakteriologischen Beurteilung des Schwimmbassinwassers näher zu kommen.

Edel untersuchte im Jahre 1893 den Keimgehalt dreier Berliner Bassins und kommt dabei zu folgenden Resultaten: Das Schwimmbassin A. wird jeden Tag neu gefüllt, zur Regulierung der Temperatur fliesst zeitweise etwas wärmeres Wasser zu, die Anzahl der Badenden ist gering. In ihm finden sich nach mehrstündiger Benutzung in einem Winkel einmal 9700 im ccm., ein andermal 50 000 und 77 000 Keime, in der Mitte des Bassins 77 000 und 102 000, in dem die Temperatur regulierenden Wasser 20 000 und 115 000 Keime. Schwimmbassin B fasst 400 cbm, es wird jeden

zweiten Tag mit dem keimarmen Berliner Leitungswasser neugefüllt, die Zahl der Badenden ist auch hier gering. Nach vierzigstündiger Benutzung liessen sich 53 500 Keime im ccm nachweisen, bei einer später vorgenommenen Entnahme nach fünfzehnstündigem Gebrauch 22 000 Keime. Edel teilt eine an dieser Anstalt (A.) gemachte Beobachtung über das neu zufliessende Wasser mit, für die ich in meinen ersten Entnahmen eine Bestätigung fand. Das aus der Leitung des Doucheraumes entnommene Wasser enthielt kurz nach Eröffnung der Anstalt 2550 und 6500, bei einer späteren nur 350 und 250 Keime pro ccm. Das Bassin des Joachimsthalschen Gymnasiums fasst 180 cbm, es wird zur Zeit der Untersuchung nur am Montag und Donnerstag benutzt. In jeder Woche findet einmal eine Neufüllung statt, jedoch wird vor dem zweiten Badetag am Montag ein Teil des Wassers abgelassen und durch frisches Wasser von höherer Temperatur ersetzt. Edel giebt aus einer grösseren Reihe von Entnahmen folgende Mittelwerte: Füllwasser 50—60 Keime, Bassinwasser vor dem Baden 491, nach dem Baden 15 465; das Wasser bleibt von Donnerstag bis zum Montag stehen und hat dann, zum Teil erneuert, vor dem Baden 3494, nach dem Baden 16 508 Bakterien pro ccm. Die Zahl 3494 ist Edel auffällig, er führt diesen Abfall der Keimzahl darauf zurück, dass ein Teil der Keime sich zu Boden legt, eine Ansicht, die sich aus später auszuführenden Gründen nicht halten lassen wird, er glaubt ferner, dass das Auswachsen der Keime in der Hauptsache auf die Badenden zurückzuführen ist und berechnet den Zuwachs auf etwa 27 Milliarden pro Person. Durch Untersuchungen eines Wannenwassers vor und nach dem Baden einer Person kommt er auf einen Mittelwert von 3860 Millionen eingebrachten Keimen.

Baginsky berichtet über Beobachtungen an sechs Berliner Bassins.

I. Askanisches Bad: Inhalt 152,5 cbm, zweimal in der Woche findet eine Reinigung und Neufüllung statt, in der heissen Zeit nach Bedarf öfter. Die Wasserentnahme am 14. IX. 95, dem ersten Tage nach der Füllung, ergiebt Folgendes: Aussehen farblos, kein Sediment, im cbm 120 gr. organische Substanz, im ccm (Zählung nach achtundvierzig Stunden) 8000 Kolonien, darunter für Mäuse pathogene Keime.

II. Admiralsgartenbad: Inhalt 240 cbm Reinigung und Neufüllung an heissen Tagen jede Nacht, bei geringerer Frequenz dreimal wöchentlich; ausserdem fliesst während des ganzen Tages frisches Wasser zu. Wasserentnahme nach eintägigem Gebrauch im Oktober: Aussehen klar, farb- und geruchlos, im cbm 118 gr. organische Substanz, im ccm. 12600 Kolonien, darunter für Mäuse pathogene.

III. Kaiser Wilhelmsbad: Die technischen Angaben sind unzureichend, die Wasserentnahme im Oktober am zweiten Tag nach der Füllung ergiebt: trübes Aussehen, Spuren von Ammoniak und salpetriger Säure, im cbm 200 gr. organische Substanz, in der Kultur nach vierundzwanzigstündiger Beobachtung 20000 Kolonien pro ccm, für Mäuse pathogene Keime.

IV. Städtisches Volksbad Moabit: Kubikinhalt 300 cbm, zweimal wöchentlich findet eine Neufüllung statt, an den übrigen Tagen wird 200 cbm altes Wasser ab- und ebensoviel frisches zugelassen, die Durchschnittsfrequenz beträgt im Sommer 539 im Winter 280 Badende am Tage. Wasserentnahme am ersten Tage nach der Füllung: das Wasser ist klar und geruchlos, im cbm Wasser finden sich 116 gr. organische Substanz, im ccm 12000 Keime, darunter für Mäuse pathogene.

V. Städtisches Volksbad Schillingsbrücke: Inhalt 225 cbm, im Winter werden im Monat 8 bis 10, im Sommer 12—13 Füllungen vorgenommen, ausserdem finden tägliche Nachfüllungen bis zu 100 cbm im Sommer, bis zu 60 cbm im Winter statt. Die Wasserentnahme nach vierundzwanzigstündigem Gebrauch ergiebt: Aussehen trüb. Im cbm 120,3 organische Substanz, im ccm 26 000 Keime, einige davon sind für Mäuse pathogen.

VI. Bad des Vereins für Wasserfreunde: An jedem dritten Tage Neufüllung, ausserdem wird täglich ein Drittel des Gesamtinhalts abgelassen und neu aufgefüllt. Nach dreitägigem Gebrauch wird Wasser entnommen: Das Aussehen ist klar, im cbm finden sich 240 gr. organische Substanz, im ccm 38 000 Kolonien, darunter auch hier für Mäuse pathogene Keime.

Baginsky selbst erklärt seine Entnahmen als Studie, die zu weiteren Untersuchungen anregen soll. In der Hauptsache enthält seine Arbeit Betrachtungen und Vorschläge allgemeiner Natur, auf die dem Zweck unserer Untersuchungen entsprechend nicht näher eingegangen werden kann.

Den von Edel und Baginsky beschriebenen Bassins ist das Dresdener Albertbad, an dem Hesse seine Untersuchungen machte, sehr ähnlich. Es hat einen Inhalt von 300 cbm. Das Wasser, das allwöchentlich, im Winter alle anderthalb Wochen zur Neufüllung benutzt wird, ist nahezu keimfrei. Früh, mittags und abends werden je 20 cbm frisches Wasser zugelassen, ausserdem ist eine Zirkulationspumpe im Betrieb, die an der der Zuflussstelle gegenüberliegenden Seite dem Bassin Wasser entnimmt und erwärmt wieder zuführt. In der von Hesse befolgten Technik muss bemerkt werden, dass er im Gegensatz zu der Mehrzahl der Autoren, die Gelatine-

platten giessen, Agar benutzt und die Platten wochenlang beobachtet, bis keine Vermehrung der Keime mehr eintritt. Die Resultate wurden durch Gelatineplatten kontrolliert und aus den Befunden dieser beiden das Mittel gezogen und abgerundet. Hesse macht zuerst systematische Untersuchungen. Zwei seiner Entnahmeserien will ich im Folgenden reproduzieren:

28. VIII.	200 Keime pro ccm	4. IX.	200 Keime pro ccm
29. VIII.	21100	5. IX.	25000
30. VIII.	25100	6. IX.	23000
31. VIII.	12000	7. IX.	20000
1. IX.	7800	8. IX.	5100
2. IX.	2100	9. IX.	5000
3. IX.	900	10. IX.	7900

Das Auffallende an dieser Übersicht ist, dass der Keimgehalt zwei Tage lang nach der Neufüllung bedeutend ansteigt und dann allmählich wieder absinkt und dass die Keimzahl in gar keinem Verhältnis zu der Zahl der Badenden, die täglich etwa 200 betrug, zu stehen scheint.

Diese Zahlen sind auch deshalb interessant, weil sie im Vergleich mit zwei Reihen meiner Entnahmen demonstrieren, dass man unter gleichen äusseren Bedingungen, wie sie der Betrieb der Dresdener und der Göttinger Badeanstalt darbietet, zu ziemlich gleichmässigen Resultaten gelangt.

Koslik hat fast gleichzeitig mit Hesse, aber unabhängig von ihm, Untersuchungen an zwei nicht gedeckten Schwimmbädern vorgenommen: an der Militärschwimmschule und der F.'schen Badeanstalt in Graz. Die Militärschwimmschule hat einen Inhalt von etwa 2750 cbm, sie ist cementiert und bezieht ihr Wasser nach Zwischenschaltung eines Klärbassins aus dem oberen Lauf der Mur. Die vollständige

Entleerung und Neufüllung findet erst nach vierwöchentlicher Benutzung statt. Im allgemeinen fliesst täglich während einiger Stunden Bassininhalt ab und frisches Wasser zu. Koslik schätzt seine Menge auf etwa den fünften Teil des Fassungsraumes. Das Bassin ist von einem einfachen Korridor umgeben, ein Abseifraum besteht nicht. Die Anstalt ist in allem ein „Volksbad einfachster Art". Die Frequenz beträgt im Hochsommer etwa 500 und steigt sogar bis zu tausend Besuchern am Tage. Koslik findet in diesem Bassin bei einer sich über dreizehn Tage erstreckenden Beobachtung am ersten Tage 4382, am zweiten 4255, am dritteu 4578, am vierten 2267 Keime im ccm. und in den folgenden fünf Tagen der Benutzungszeit ein allmähliches Herabgehen bis auf 405. Am achten Beobachtungstage findet eine Neufüllung statt und am Mittag dieses Tages steht der Keimgehalt bereits wieder auf einer Höhe von 4737, am folgenden Tage von 4925 und am dritten wieder von 2669 Keimen pro ccm. Diese Angaben bestätigen also den von Hesse beobachteten Auf- und Abstieg der Keimzahl unter wesentlich anderen Bedingungen. Auffallend ist, und das muss schon hier betont werden, dass die Zahlenbefunde in dem gut geleiteten Dresdener Bad schlechter sind, als in der primitiv eingerichteten und betriebenen Militärschwimmschule. Auf andere Angaben Kosliks werden wir später zurückkommen. Die in der F.'schen Badeanstalt zu Graz erhobenen Befunde bieten ausser einer weiteren Bestätigung des Abfalls am dritten Tage nichts Besonderes.

Das von Merkel und Weigle untersuchte Nürnberger Bassin fasst ca. 275 cbm. Die Füllung geschieht Sonntag und Donnerstag früh, ausserdem werden täglich etwa 80 bis 100 cbm frisches Wasser zugelassen, die Durchschnittsfrequenz beträgt etwa 80 Badende am Tage. Die auf-

gestellte Tabelle zeigt folgendes Bild, sie gibt die Resultate dreier Reihen von Entnahmen:

1. Tag	270	1200	330
2. Tag	3900	3460	4260
3. Tag	9850	9130	12700
4. Tag	8370		7400
5. Tag			3560
6. Tag			1660
7. Tag			810

Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von Koslik beschriebenen Bassin der Militärschwimmschule zu Graz zeigt die von Sorger untersuchte Freiburger Badeanstalt. Sie ist gleichfalls nicht gedeckt, Wände und Boden des Bassins bestehen aus Zement, sein Inhalt beläuft sich auf etwa 530 cbm. Das Wasser wird aus der Dreisam in zwei Reservoirs geleitet, die in der Hauptsache als Vorwärmer dienen und von hier vermittelst eines kleinen Verteilungsbassins der Badeanstalt zugeführt, Aus später zu erörternden Gründen ist zu bemerken, dass die Reservoirs und das Bassin unter gleichen äusseren Bedingungen stehen. Es findet in der Regel täglich eine Neufüllung statt. Auf die Resultate der Entnahmen und die daraus gefolgerten Schlüsse werde ich ausführlicher zurückkommen.

Auch die Arbeit Hilsums, die sich im wesentlichen mit der theoretischen Lösung der Frage des Abfalls am dritten Tage beschäftigt, soll bei Berührung dieses Punktes genauer zitiert werden. Jedoch möchte ich, um einen Vergleich aller bisherigen Befunde zu ermöglichen, die charakteristische erste Tabelle in extenso wiedergeben. Sie giebt die Resultate einer eine Woche dauernden Füllungszeit wieder.

Montag	morgens	435
	abends	4840
Dienstag		13000
		20450
Mittwoch		13350
		10550
Donnerstag		5350
		2455
Freitag		3350
		3600
Sonnabend		4220
		2310

Schliesslich bleibt uns noch über die von Glynn und Matthews verfasste Arbeit zu referieren. Sie geben über das quantitative Verhalten der Bakterien in den von ihnen untersuchten gedeckten Schwimmbassins ein Diagramm mit folgenden Durchschnittszahlen:

Liverpool	I 30 000 im ccm.	Lancashire	I 6 000
	II 70 000 im ccm		II 300 000
			III 340 000
			IV 192 000 i. ccm.

Die Entnahmen, die diesen Resultaten zu Grunde liegen, fanden am ersten und zweiten Tage der Neufüllung abends statt. In einem der Bäder, dessen Wasser ausnahmsweise drei Tage im Bassin blieb, beobachteten sie in zwei Reihen von Entnahmen folgenden Verlauf:

1. Tag 1983
2. Tag 72625
3. Tag 17770

Es ist dies also eine weitere Stütze der Befunde Hesses.

Glynn und Matthews haben auch qualitative Nachforschungen auf pathogene Keime angestellt und ergänzen die von Edel und Sorger gemachten Beobachtungen von Bakterium Coli, Pyocyaneus und Proteus durch folgende Befunde: Staphylococcus aureus und citreus, Staphylococcus pyogenes albus, Staphylococcus epidermidis albus, Staphylococcus cereus albus. Bakterium coli wurde auch quantitativ bestimmt und zwar fanden sich am Ende des Tages im Bade der ersten Klasse 2,15 pro ccm, in dem der zweiten Klasse 8,9 pro ccm.

Im Anschluss an diese Erhebungen kommen die Autoren auf die Frage der Ansteckungsgefahr zu sprechen und es verdienen hier noch die Resultate einer Nachforschung erwähnt zu werden, die bei einer Anzahl Volksschuldirektoren über schädliche Folgen des Badens im Bassin angestellt wurden. Diese verfügten über eine vieljährige Beobachtung von Hunderten badender Kinder. Zwei haben niemals von einer Erkrankung nach dem Baden gehört, zweien waren gelegentliche Erkältungen vorgekommen drei fanden zuweilen Kopfschmerzen nach dem Baden und führen dies auf zu lang ausgedehnten Aufenthalt im Wasser zurück, und einer schliesslich bemerkte, dass ein bis zweimal im Monat ein Junge nach dem Baden im Salzwasser Brechreizung hatte, sich aber bald wieder erholte.

Es ist hier auch der Ort, vor Eintritt in das engere Thema auf die Mitteilungen einzugehen, die in der deutschen Literatur über Infektionen in gedeckten Schwimmhallen zu finden sind.

Deutsch stellt im vorigen Jahr in einer Zusammenfassung der über die Übertragung ansteckender Krankheiten in Badeanstalten vorliegenden Erfahrungen neben mehreren durch Flussbäder verursachten Infektionen zwei Fälle von Krankheitsübertragungen durch gedeckte Bassins

fest. Der eine ist der häufig citierte von Baginsky beschriebene Fall „putrider Infektion“, der andere die von Fehr, Schulz und Maschke beschriebene Conjunctivitisepidemie. Bei der letzteren ist es nicht recht klar, wieviel auf Ansteckung im Wasser oder wieviel auf infizierte Badetücher zu beziehen ist und inwieweit der dort erwähnte Badediener eine Rolle spielt. Was den ersten Fall betrifft, so lässt sich die Möglichkeit einer solchen Erkrankung nicht ausschliessen, denn es fällt nicht schwer sich vorzustellen, dass durch reichliches Schlucken stark verunreinigten Wassers schwere gastrische und Allgemeinerscheinungen hervorgerufen werden können. Es muss betont werden, dass solchen Infektionsmöglichkeiten durch reichliche Wassererneuerung und Zufuhr und peinlichste Führung der Badeanstalten unschwer entgegengetreten werden kann.

Ich gehe jetzt zu den eignen Untersuchungen über.

Die Schwimmhalle des Stadtbadehauses in Göttingen, an der ich Anfang März dieses Jahres mit Entnahmen begann, war wenige Tage vorher dem Betrieb übergeben worden. Sie ist der im Lauf der letzten Jahrzehnte entwickelten Norm der deutschen gedeckten Schwimmbassins entsprechend „eine einheitliche, Treppen und Nebenräume einschliessende gewölbte Halle von harmonischer Teilung in Vorraum Baderaum und Reinigungsraum“. Äusserer und innerer Umgang ist geschieden, die mit Auskleideplätzen versehenen oberen Galerien haben getrennte Treppen für neu ankommende und den Doucheraum aufsuchenden Badegäste, die Reinigungsräume liegen an der dem schmalen Vorraum gegenüberliegenden Seite; von hier aus führen zwei Treppen in das Bassin. Dieses hat etwa 350 cbm Inhalt. Zu Beginn der Entnahmen fand wöchentlich zweimal eine Neufüllung statt; mit dem Zirkulationswasser,

das der Sohle des Beckens entnommen und durch einen Brunnen in doppeltem Fall neu erwärmt wieder zugeführt wurde, trat zugleich wenig frisches Wasser ein. In der folgenden Zeit sind dann verschiedene Änderungen in Menge und Art des Zuflusses und der Zahl der Neufüllungen vorgenommen. So wurde auf das Resultat der ersten Entnahmen, die eine auffallende Höhe der Keimzahl ergaben, um die Mittagszeit ein Teil des Wassers abgelassen und mit frischem Wasser aufgefüllt. Weiter führte man mit dem Zirkulationswasser grössere Mengen frischen Wassers zu, weil die Zahlen des Zuflusswassers bei einer Anzahl Entnahmen höhere Werte erreichten als das Bassinwasser selbst. Zweimal blieb das Wasser eine ganze Woche lang im Bassin, in diesem Fall wurden an Stelle der Neufüllung täglich rund 100 cbm frisches Wasser zugeführt, davon 80 cbm vom Grunde des Beckens und 20 cbm vom Zufluss aus. Ferner wurde zwei Wochen hindurch der Umlauf am Morgen vor dem Gebrauch durch 80^0 bis 90^0 heisses Wasser sterilisiert.

Die Entnahmen wurden in der grossen Mehrzahl der Fälle von dem etwa 2 m in das Bassin hineinragenden unteren Sprungbrett gemacht, nachdem sich durch Kontrollentnahmen an anderen Stellen des Bassins eine ziemliche Gleichmässigkeit der Keimzahl im ganzen Bassin herausgestellt hatte. Ich benutzte hierzu den von Professor v. Esmarch angegebenen Entnahmeapparat mit sterilen Erlenmeyer-Kölbchen. In der Mehrzahl der Fälle entnahm ich drei, nie weniger wie zwei Proben, die erste von der Oberfläche etwa 10 cm unterhalb derselben, die anderen aus einer Tiefe von 1,50 m. In den ersten beiden Monaten wurde regelmässig eine Probe dem Grunde entnommen. Ich benutzte dazu eine etwa 10 cm breite und 4 m lange Latte, die unten mit einem Fuss für einen Erlenmeyer-

Kolben versehen war. Von diesem ging erstens eine krummgebogene Glasröhre ab, die ihre Spitze direkt auf den Boden setzte, zweitens führte eine mit Gummischlauch und Bleiröhren hergestellte Leitung an der Latte hinauf, die oben mit einem Hahn versehen und dazu bestimmt war, den Eintritt des bodenständigen Wassers zu regulieren. Von den Proben wurde spätestens eine halbe Stunde nach der Entnahme 1 ccm in 1/100 Verdünnung in Gelatine gegossen und die Platten während der kalten Jahreszeit im Brutschrank von 22°, vom Mai an bei Zimmertemperatur gehalten. Gezählt wurde makroskopisch und zwar die ganze Platte; in den ersten Monaten am dritten, fünften und siebenten Tage. Später stellte sich heraus, dass am dritten Tage der grösste Teil der Keime noch nicht sichtbar war und dass am siebenten wegen der allmählich eintretenden Verflüssigung eine Zählung unmöglich wurde. Die mitgeteilten Zahlen sind die Durchschnittswerte aller gleichzeitigen Entnahmen. Es sollen der grösseren Klarheit wegen in die folgende Übersicht zahlreiche Einzelentnahmen nicht aufgenommen, sondern erst später im Zusammenhang erwähnt werden.

	Bakteriengehalt im ccm	Zuflusswasser	Zahl der Badenden
Neufüllung			
15. III. morgens	1200	1100	
abends	144500		320
16. III. abends	193200		263
17. III. abends	121100	129150	519
Neufüllung			
1. IV.	3200	1200	121
2. IV.	54590	67410	187
3. IV.	14170	8500	206
4. IV.	9460	5900	279

	Bakterien-gehalt in ccm	Zufluss-wasser	Zahl der Badenden
Neufüllung			
19. IV.	3 760	1 600	199
abends	20 100	Platte verflüssigt	105
20. IV.	63 800		
21. IV.	137 000	118 070	358
Neufüllung			
26. IV.	2 130	800	307
morgens	38 000		
27. IV. abends	70 300	700	131
28. IV.*)	28 500	23 600	353
Neufüllung			
29. IV. morgens	1 700	300	109
mittags	4 900		
30. IV.	63 200	verflüssigt	163
1. V.	25 700	2 300	103
2. V.	9 200	300	208
Neufüllung			
3. V. morgens	5 030		
abends	8 300	300	232
4. V.	40 050	200	238
5. V.	28 100	12 600	454
Neufüllung			
13. V. morgens	1 300		
abends	3 750	200	181
14. V.	32 100	200	346
15. V.	44 600	100	249
16. V.	7 200	7 200	257
17. V.	9 100	200	214
18. V.	5 555	100	163
19. V.	2 450	200	386

Keine Neufüllung Mittwoch, täglich 100 cbm frisches Wasser.

*) S. Kurve.

	Bakterien-gehalt im ccm	Zufluss-wasser		Zahl der Badenden
Neufüllung				
20. V. mittags	3200	500	Umlaufsterilisation	133
21. V. abends	56150	4400		258
22. V.	28700	14500		181
23. V.	7555	3600		341
Neufüllung				
25. V.	11300.	200		247
26. V.	49900	7800		405
Neufüllung				
7. VI. abends	12050	400		228
8. VI.	60250			169
9. VI.	10600			422
Neufüllung				
14. VI.	8800	400		225
15. VI.	17450	0700		223
16. VI.*)	15500	1100		428
Neufüllung				
17. VI.	1700	3200		174
18. VI.	2140			354
19. VI.	8300			211
19. VI.	15500			283
20. VI.	3300			224
21. VI.	2500	800		344
22. VI.	2250			208
23. VI.	1830	1200		462

Keine Neufüllung Mittwoch, täglich 100 cbm frisches Wasser.

Die auf Grund der Untersuchungsresultate entworfenen Tabellen und Kurven zeigen mit grosser Gleichmässigkeit dieselbe Form. Der Keimgehalt des Bassinwassers wächst in den ersten zwölf Stunden allmählich, in den folgenden vierundzwanzig schneller, um etwa in der dreissigsten

*) S. Kurve.

Stunde der Benutzung sein Maximum zu erreichen, von da fällt er zuerst wiederum schnell, dann langsamer ab. Eine Beziehung zur Kurve der Frequenz ist nicht zu ersehen. Eine Ausnahme bilden die Entnahmen vom 19. IV. bis zum 21. IV., hier bewegt sich die Kurve ohne Abfall in steigender Linie; sie findet eine Analogie in dem oben referierten Befund von Merkel und Weigle. Der Versuch musste wegen der Neufüllung des Bassins abgebrochen werden, und der für den nächsten Tag sicher zu erwartende Abfall war nicht zu konstatieren. Weshalb sich der Gipfel in dieser Serie um vierundzwanzig Stunden verschiebt, bleibt vorläufig unklar.

In zwei Reihen von Entnahmen vom 13. V. bis 19. V. und 17. VI, bis 23. VI. waren die Bedingungen, unter denen das Bassinwasser stand, wesentlich andere. Wie bereits oben gesagt ist, wurde zweimal die Neufüllung in der Mitte der Woche ausgesetzt und täglich 100 cbm frisches Wasser zugeführt. Die betreffenden Kurven zeigen ein charakteristisches Bild. Der Anstieg vollzieht sich langsamer (bes. auf Kurve II), der Gipfel erreicht die Höhe der vorhergehenden und nachfolgenden Serien nicht, er liegt (wie die einzige oben besprochene Ausnahme) beidemale in der sechzigsten Stunde nach der Neufüllung. Der Abfall vollzieht sich, wie bei allen anderen Versuchen, innerhalb der ersten vierundzwanzig Stunden sehr schnell, dann aber sehr langsam in ungestörter fast horizontal verlaufender Linie. Während der zweimal vorgenommenen Umlaufsterilisation lag die absolute Höhe der Keimzahl tiefer als gewöhnlich, die Kurve zeigt im übrigen den normalen Verlauf.

Das erste Ergebnis unserer Entnahmen erscheint die Bestätigung der zuerst von Hesse gefundenen Tatsache des Abfalls der Keimzahl am dritten Tage. Dieser auffallende

Befund verliert sein Absonderliches, wenn man sich erinnert, dass in steril aufgefangenem Fluss- oder Quellwasser derselbe Vorgang vor sich geht. Einer Erklärung sind wir dadurch nicht näher gerückt. Alle Autoren vergleichen diesen Vorgang mit der Selbstreinigung der Flüsse. Hesse weist darauf hin, dass sich das Bassinwasser wie ein leicht erschöpfbarer Nährboden verhalte, Koslik denkt an eine Einwirkung des Lichts. Beider Ansichten weist Hilsum als irrig nach. Er zeigte an einem im Dunkelen gehaltenen Kolben in mehrfachen Versuchsreihen denselben Anstieg und Abfall der Keimzahl. Er fand ferner in bakterienreichem Wasser, das durch ein Filter Chamberland-Pasteur von Keimen befreit und mit einer aus eben diesem Wasser isolierten Reinkultur wieder geimpft war, eine bedeutende Vermehrung der Keimzahl, die aber diesmal keiner Verminderung Platz machte, sondern auf der einmal erreichten Höhe blieb. Hilsum schliesst daraus, dass weder Nahrungsmangel noch toxische Stoffe den Abfall hervorrufen, sondern dass hier ein biologischer Prozess sich abspiele: der Kampf der zahlreichen Bakterienarten untereinander könne die Ursache sein, dass alle sich vermindern, während bei der Reinkultur eine solche Konkurrenz fehle, die Vermehrung steigt bis zu einen gewissen Gleichgewichtszustand.

Die Schlüsse Hilsums sind nicht vollkommen einleuchtend, denn es wäre, wenn man seine Ansicht acceptieren wollte, nicht einzusehen, warum nicht eine Bakterienart als „siegende“ Reinkultur einen Gleichgewichtszustand erreichen sollte. Ausserdem erscheinen auch seine Resultate nicht einwandsfrei, vielleicht weil er die Beobachtung des mit Reinkultur geimpften Wassers nicht lange genug ausdehnte. Rahn fand jedenfalls in Peptonbouillon, die er mit Proteus fluorescens impfte, stets einen deutlichen Auf-

stieg und Wiederabfall der Keimzahl, der dem im Wasser beobachteten Vorgang analog erscheint.

In Beginn der Entnahmen erschien es nicht ganz ausgeschlossen, dass die Sedimentation, die ja häufig für die sogenannte Selbstreinigung der Flüsse in Anspruch genommen ist, auch bei dem Abfall der Keimzahl im Schwimmbassin eine gewisse Rolle spiele. Ich entnahm daher mit dem oben beschriebenen Apparat Proben vom Boden des Bassins. Die Keimzahl war hier fast regelmässig grösser als in den höher entnommenen Wasserproben, zuweilen doppelt so gross, aber ein einfacher Vergleich lehrte, dass diese geringe Mehrheit den starken Abfall der Keimzahl nicht erklären konnte, abgesehen von anderen Gründen und Erfahrungen, die dagegen sprachen.

Die Analogie zwischen dem Vorgang im Bassin und einer Bakterienkolonie auf festem Nährboden, die ja auch trotz Ueberfluss an Nahrungsmaterial nur eine gewisse Grösse erreicht, brachte uns den Gedanken nahe, dass der Abfall der Keimzahl vielleicht auf Einflüsse toxischwirkender Stoffwechselprodukte zurückzuführen sei. Ich will gleich bemerken, dass wir zu einem Resultat noch nicht gekommen sind, weil die Bassinwasseruntersuchungen erst zu einem Abschluss gebracht werden mussten. Ich möchte nur den Weg zeigen, auf dem wir der Lösung der Frage näher treten wollen.

Es wurden zwei etwa ein Liter fassende Cylinder mit Bassinwasser von bekanntem Keimgehalt gefüllt. In den einen Cylinder wurde ein sterilisiertes Berkefeldfilter gehängt und dieses mit einem Saugapparat verbunden, den anderen versah ich, um grobe Vergleichsfehler auszuschalten gleichfalls mit einem Filter gleicher Grösse; er blieb zu Controlentnahmen ruhig stehen. Von dem mit Saugvorrichtung versehenen Cylinder wurde nun alle zwei Tage ein

bestimmtes Quantum abgesaugt und ebensoviel durch Auskochen keimfrei gemachtes Bassinwasser zugeführt. Wir nahmen eine Toxinwirkung an und glaubten die filtrierbaren Toxine auf diese Weise zu entfernen. Wir erwarteten demnach in dem Controlcylinder eine auf und absteigende, in dem Versuchscylinder eine nur aufsteigende Keimzahl zu finden. Diese Erwartung wurde getäuscht, vielleicht weil erstens die Oberfläche des Berkefeldfilters im Vergleich zur verwendeten Wassermenge zu gross war und beim Saugen zuviel Bakterien an sich riss, zweitens weil die Mengen des zuzuführenden und abzusaugenden Wassers erst genauer festgestellt werden müssen. Die dem Abfall der Keime zugrunde liegende Ursache erscheint uns also noch nicht geklärt, jedoch ist eine durch Stoffwechselprodukte hervorgerufene Toxinwirkung vorläufig das Wahrscheinliche.

Ich vermute, dass es sich hier im Wasser um dieselben thermolabilen, wachstumshemmenden Stoffe handelt, die in jüngster Zeit von Eykmann in künstlichen Nährböden aufgefunden sind, und will versuchen diese Annahme zu prüfen.

Es erhebt sich nun nach der Bestätigung des auffallenden Verlaufs der Keimzahl die Frage, ob überhaupt der Bakteriengehalt in Beziehung zu den Verunreinigungen steht, und inwieweit er zu einer Beurteilung des Bassinwassers hererangezogen werden kann. Edel, Baginsky und Sorger glauben Schlüsse daraus ziehen zu dürfen, Hesse erscheint es zweifelhaft, und Koslik leugnet jeden Zusammenhang zwischen Keimgehalt und Benutzung. Wir wollen versuchen diese widersprechenden Befunde und Ansichten zu erklären.

Es handelt sich bei den Bakterien der Schwimmbäder um zwei grosse Gruppen sehr verschiedener Herkunft: erstens um die von vornherein vorhandenen Wasserbakterien und zweitens um die Keime, die erst sekundär durch das

Rohrnetz, die Wände des Bassins, den Staub und die Badenden dem Wasser zugeführt werden.

A priori ist man nun geneigt, den durch Verunreinigungen zugeführten Keimen auch an Zahl das grössere Gewicht beizulegen, und diesem Irrtum sind die ersten Untersucher auch verfallen. Es war das sehr natürlich; der Keimgehalt steigt während der ersten beiden Tage in den mit keimarmem Wasser gefüllten Bassins gleichmässig ununterbrochen an, es besteht daher stets eine gewisse Proportionalität zur Benutzung, dann aber wurden die Entnahmen abgebrochen, der Abfall also nicht mehr beobachtet. Erst die sich über sieben Tage und mehr erstreckenden Untersuchungen ergeben ein klares Bild über das Verhalten der Bakterien. Die Zahl fällt trotz immer neu zugeführter Verunreinigungen ab und bewegt sich auf einem im Vergleich zur absoluten Keimhöhe sehr tiefen Niveau. Wir müssen sogar die Tatsache konstatieren, dass die Keimhöhe und der Durchschnitt der Keimzahlen in den mit fast keimfreiem Leitungswasser versorgten und peinlich geführten Badeanstalten höher ist, als in den mit Flusswasser gespeisten Bassins, die nach den Angaben der Untersucher in mehr als einer Hinsicht zu wünschen übrig lassen. Diese Beobachtungen lehren uns, dass wir den merkwürdigen Verlauf der Keimzahl in der Hauptsache den Wasserbakterien zuzuschreiben haben, und dass unter diesem grossen Vorgang die feineren Ausschläge der durch Verunreinigungen zugeführten Keime unbemerkt vorübergehen. Es ist dies, wenn man sich mit der unbekannten Ursache abfindet und den Endeffekt betrachtet, eine Art Ausmoderung, die in jedem stagnierenden Wasser einsetzt und zwar in frisch dem Boden entnommenem stärker als in Flusswasser, das diesen Vorgängen in geringem Grade dauernd unterworfen sein muss.

Wir stehen nun in der bakteriologischen Beurteilung

auf einem toten Punkt, wenn es uns nicht gelingt Wasser- und Verunreinigungsbakterin zu scheiden, und wir sehen dazu bereits die Möglichkeiten.

Der Moderungsvorgang läuft allmählich ab, und der Keimgehalt bewegt sich ohne neue Verunreinigungen fast auf einer Horizontalen, wie folgender einfache Versuch illustriert. Am 27. IV. wurde in einem sterilen Kolben dem Bassin 150 ccm Wasser entnommen und bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Der Keimgehalt zeigt folgenden Verlauf:

27. IV.	70300
30. IV.	unzählige
6. V.	27500
15. V.	19400
28. V.	5900
11. VI.	6000
2. VII.	5800

Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass sich der Anstieg und Abfall der Kurve im Flaschenversuch stets länger ausdehnt, das Endresultat erscheint klar. Wir finden nun bei Hesse folgende Beobachtungen: Bei einer über zwölf Tage hin ausgedehnten Reihe von Entnahmen, während der keine Neufüllung des Bassins vorgenommen wurde, trat wieder ein wenn auch unerhebliches Anwachsen der Keime ein; ferner, die nachmittags oder abends bei starker Benutzung entnommenen Proben ergaben eine höhere Keimzahl als die Entnahmen in der Frühe. Seine Tabelle mag das beweisen:

	Bakteriengehalt im ccm	Zahl der Badenden
11. IX.	100	220
12. IX.	13000	380
13. IX.	10000	215

		Bakterien-gehalt im ccm	Zahl der Badenden
14. IX.		8300	350
15. IX.		4800	220
16. IX.	morgens	2600	275
	nachmittags	3000	
17. IX.	morgens	500	310
	nachmittags	2400	
18. IX.	morgens	1100	200
	nachmittags	2700	
19. IX.	morgens	1700	325
	nachmittags	4800	
20. IX.		2300	225
21. IX.	morgens	2300	210
	nachmittags	4900	
22. IX.	morgens	7700	195
	nachmittags	7800	

Man ersieht aus dem zweiten Teil dieser Uebersicht sogar eine gewisse Beziehung zwischen Keimzahl und Frequenz. Auch bei Koslik finden wir eine Serie von Entnahmen, die sich über zwölf Tage ausdehnt, wir referieren davon die Entnahmen der letzten Tage:

8. Tag	morgens	109
	abends	100
9. Tag	morgens	53
	abends	709
10. Tag	morgens	203
	abends	293
11. Tag	morgens	250
	abends	606

Weiter giebt Sorger einige interessante Resultate:

Reservoirwasser	487	84	790
Bassinwasser	548	1130	1462
Frequenz	3	200	160

Es ist bereits oben gesagt, dass Reservoir und Bassin der Freiburger Badeanstalt unter den gleichen äusseren Bedingungen stehen und dass deshalb das Reservoirwasser eine einwandsfreie Controlle bietet. Sorger zieht aus seinen Resultaten den Schluss, dass „das Baden unter allen Umständen eine Zunahme der vor dem Baden im Wasser enthaltenen Anzahl von Keimen bedingt und dass diese Zahl häufig genug proportional der Zahl der Badenden vor sich geht, nicht wie Koslik behauptet gerade im umgekehrten Verhältnisse". Nach unseren Erörterungen lassen sich zwar nicht die Schlüsse aber die Resultate Beider wohl vereinigen. Sorger kann in dem täglich neu gefüllten Freiburger Bassin natürlich Kosliks an- und absteigende Kurve nicht konstatieren, er findet aber vor dem Anstieg, der wie wir wissen, erst am zweiten Tage stärker einsetzt, die Proportionalität zwischen Keimgehalt und Badefrequenz. Koslik entgehen über der Betrachtung des an sich merkwürdigen An- und Abfalls die Anfänge einer engeren Beziehung zwischen Benutzung und Bakterienzahl, die wie die citierten Resultate zeigen, nach Ablauf dieses Vorganges deutlich zu beobachten sind.

Ich versuchte nun über das Zahlenverhältnis zwischen Wasser- und Verunreinigungsbakterien Aufschluss zu bekommen. Erstens versenkte ich nach dem Vorgang von Glynn und Matthews am ersten Tage der Benutzung eine mit Bassinwasser von bestimmtem Keimgehalt gefüllte Flasche auf den Boden des Beckens; vor dem Ablassen des Bassins wurde dann eine neue Probe entnommen und die Keimzahl mit der des Flaschenwassers verglichen. Ein derartiger Versuch ergab folgendes Bild:

Wasser im Bassin	10. V. mittags	7200
„ „ „	12. V. abends	48500
„ in der Flasche	„ „ „	18500

Solche Zahlen geben zwar einen gewissen Anhalt, sind aber bei der Verschiedenheit der Bedingungen, unter denen das Wasser in Bassin und Flasche steht, sehr vorsichtig zu beurteilen.

Etwas näher kommt man den wirklichen Verhältnissen, wenn man an der Wanne experimentiert und so machte ich den Versuch durch Vergleiche der Vermehrung des Keimgehalts in benutztem und unbenutztem Wannenwasser Beziehungen zwischen beiden festzustellen. Auch diese Resultate sind vorläufig unbrauchbar.

So bleibt noch der Versuch durch Kulturverfahren die Wasserbakterien auszuschliessen.

Zur Beurteilung der Faekalverunreinigung von Wässern wurde zuerst von Smith die Methode des „colon test" empfohlen, die darauf ausgeht, durch quantitative Bestimmung des Bakterium coli einen Indikator für menschliche Verunreinigungen überhaupt zu geben. Merkwürdigerweise hat dies Verfahren, das in den letzten Jahren in Deutschland durch zahlreiche Untersuchungen weiter ausgearbeitet worden ist, eine Anwendung auf die Beurteilung des Schwimmbassinwassers noch nicht erfahren, obwohl hier eine solche Methode erforderlich erscheint und umgekehrt die allmählich mit der Benutzung steigende Verunreinigung ein feines Kriterium für die Brauchbarkeit der angegebenen Methoden sein muss. Erst vor wenigen Monaten hat Czaplewski auf der Versammlung der „Deutschen Gesellschaft für Volksbäder die Colititer-Bestimmung von Petruschky" empfohlen, ohne aber anzugeben, ob und welche Erfahrungen er damit gemacht hat.

Wir haben nach den Angaben Petruschkys und nach denen Eijkmanns eine Reihe von Versuchen angestellt und verschiedentlich Bakterium Coli in bestimmten Mengen Badewassers nachweisen können. Wenn auch feinere Aus-

schläge, entsprechend höhere Titer der Petruschkyschen Methode an Tagen starker Frequenz noch nicht festgestellt werden konnten, glauben wir doch, dass man auf diesem Wege einer exakteren Beurteilung des Bassinwassers näher kommen wird.

Wir haben oben unsere Stellung zur quantitativ bakteriologischen Methode dargelegt und zugegeben, dass sie für eine exakte Beurteilung des Bassinwassers nicht ausreichen wird. Es bleibt uns zum Schluss noch zu sagen, weshalb wir sie in Ermangelung von etwas Besserem beibehalten müssen, und welche Schlüsse wir im speziellen Fall daraus gezogen haben.

Wir schreiben der quantitativ bakteriologischen Untersuchung vor allem brauchbare Vergleichswerte zu. Wir sind uns bei ihrer Benutzung klar, dass unter der grossen Ausmoderung der Wasserbakterien die Ausschläge der menschlichen Verunreinigungen zurücktreten, und dass dieser Vorgang für Wasser verschiedener Herkunft auch eine verschiedene Bedeutung hat. Aus einzelnen Entnahmen werden wir deshalb nichts zu schliessen wagen, sondern durch Reihen von Untersuchungen erst die Natur des Wassers feststellen, ehe wir aus seiner Keimzahl Schlüsse ziehen. So finden wir bei einem Vergleich der Durchschnittswerte und der absoluten Keimhöhe der ersten und der letzten Serien von Entnahmen des Göttinger Bassinwassers, die letzteren auf einem viel tieferen Niveau und dürfen daraus wohl auf eine Besserung des Betriebes durch stärkere Wasserzufuhr und sorgfältige Fernhaltung von Verunreinigungen schliessen. Wir werden aber auch, ähnlich wie bei der Controlle von Wasserwerken, wenn die Keimzahl wieder beträchtlich ansteigt, durch Betrachtung einer grösseren Reihe von Entnahmen auf eine Betriebsstörung irgend welcher Art hingewiesen werden. Ferner leiten wir aus dem Ver-

gleich des Keimgehalts in Bassin und Zufluss die Unzweckmässigkeit der Cirkulationsleitung ab. Ob man die oben erwähnte Durchspülung und einmalige Entleerung des Bassins in 8 Tagen an Stelle einer zweimaligen Neufüllung setzen kann, erscheint uns zweifelhaft; jedenfalls deutet der langsamere Anstieg und die relativ geringe Keimhöhe an, dass im stärker fliessendem Wasser die Entwicklung der Bakterien auf grössere Schwierigkeiten stösst, wie das auch vom Flusswasser bekannt ist.

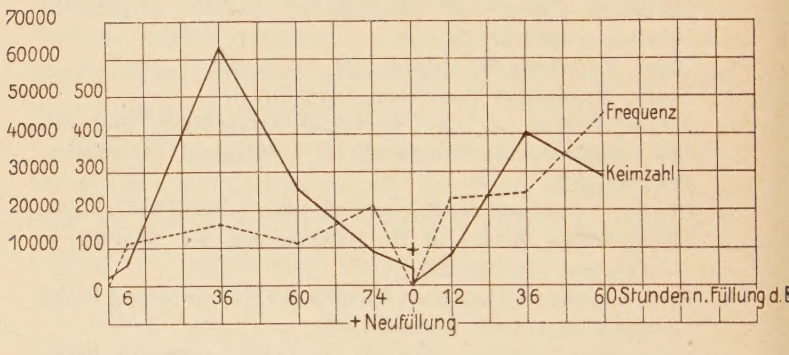
Im übrigen werden weitere Untersuchungen lehren, ob wir mit der Artbestimmung der Keime weiter kommen und uns daraus ein Urteil über die Güte resp. Verunreinigung der Bassinwässer bilden können.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. E. v. Esmarch für die mannigfachen Anregungen bei der Anfertigung dieser Arbeit wie auch während meiner Studienzeit meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

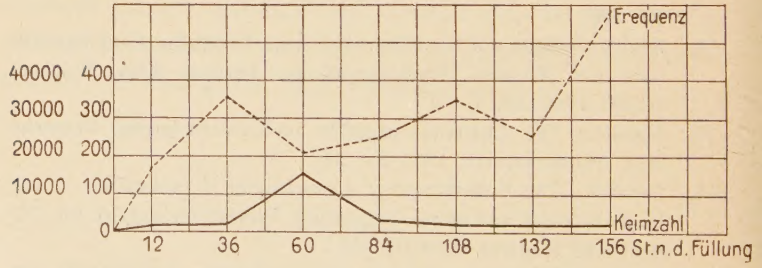
Literatur-Verzeichnis.

1. Edel, Archiv für Hygiene. Bd. 19. S. 225.
2. Baginsky, Ueber die Bassinbäder Berlins. Hygienische Rundschau 1896 S. 457.
3. Hesse, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 25. S. 482.
4. Koslik, Hygienische Rundschau, 1898, Nr. 8.
5. Sorger, Beitrag zu den bisherigen Erfahrungen über den Bakteriengehalt der Schwimmbäder. Inaugural Dissertation, Freiburg 1899.
6. Hilsum, Centralblatt für Bakteriologie, Abt. I. Bd. XXVII. S. 601.
7. Merkel-Weigle, Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs u. Genussmittel 1898. S. 239.
8. E. Glynn, Observations upon Bacteria in Public Swimming Baths, Liverpool Med. Chir. Journal 1902.
9. Glynn and Matthews, Bakteria in Public Swimming Baths, Thompson Yates und Johnston Laboratories Report Vol. V. Port. II. 1903.
10. Fehr, Endemische Bad- Conjunktivitis Berliner Klin. Wochenschrift 1900 Nr. 1.
11. Schulz, Eine hiesige Badeanstalt der Infektionsort verschiedener Trachomerkrankungen. Berliner Klin. Wochenschrift. 1899 Nr. 39.
12. Schulz, Beitrag zur Charakteristik, zum Verlauf und zur Behandlung der jüngsten Trachomepidemie Berliner Klin. Wochenschrift 1900 Nr. 1.
13. Maschke, Die Anssteckungsgefahr im Schwimmbassin. Deutsche Med. Wochenschrift 1900 Nr. 22.
14. Deutsch, Die Uebertragung ansteckender Krankheiten durch Badeanstalten und deren Verhütung. Vierteljahrsschrift für Gerichtliche Medizin 1900 Bd. 29.
15. Czaplewski, Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Volksbäder 1906 Worms (Berlin, Hirschwald).
16. Petruschky und Pusch, Zeitschrift für Hygiene Bd. 43. Jahrg. 1903. S. 304.
17. Rahn, Centralblatt für Bakteriologie, Abt. II. Bd. XVI. Nr. 14/16.

Resultate der Entnahmen vom 29. IV. morgens bis 5. V abends.



Resultate der Entnahmen vom 17. VI. bis 23. VI. Kein Neufüllung, täglich 100 cbm frisches Wasser.



Lebenslauf.

Ich, Eduard Freise, bin am 25. September 1882 als Sohn des verstorbenen Architekten Hermann Freise zu Göttingen geboren. Ich besuchte dort das Königl. Gymnasium und bestand zu Ostern 1901 die Reifeprüfung. Meine Studienzeit verbrachte ich auf den Universitäten Göttingen, München und Strassburg. In Göttingen bestand ich Ostern 1903 die ärztliche Vorprüfung und im Laufe des W.-S. 1905/06 das ärztliche Staatsexamen. Vom 1. Februar bis 1. Juni war ich Medizinalpraktikant der Medizinischen Poliklinik, seit dem 1. Juni bin ich Medizinalpraktikant des Instituts für Medizinische Chemie und Hygiene zu Göttingen.